

PEMANFAATAN KARAGENAN DAN GUM ARABIC SEBAGAI *EDIBLE FILM* BERBASIS HIDROKOLOID

The use of Carrageenan and Gum Arabic for Hidrocolloid Based Edible Film

Budi Santoso, Herpandi, Puspa Ayu Pitayati, Rindit Pambayun

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Inderalaya
30662, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Email: budiunsri@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik *edible film* yang terbuat dari karagenan dan *gum Arabic*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan dua faktor perlakuan dan tiga kali ulangan. Faktor perlakuan tersebut adalah konsentrasi karagenan (2%, 2,5%, dan 3%) dan konsentrasi *gum Arabic* (0,2%, 0,4%, dan 0,6%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi karagenan, gum arabik, dan interaksi berpengaruh nyata ($p < 5\%$) terhadap ketebalan, kuat tusuk, kuat tarik, persen pemanjangan, laju transmisi uap air, dan aktivitas air. Karakteristik *edible film* terbaik yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah ketebalan 0,050 mm, kuat tarik $19,61 \times 10^6$ N/m², persen pemanjangan 14,095%, laju transmisi uap air 7,368 g/m².24 h, dan aktivitas air 0,3028 pada perlakuan 2% karagenan dan 0,2% gum arabik.

Kata kunci: Karagenan, *edible film*, *gum arabic*

ABSTRACT

The objective of this research was to study the characteristics of edible film from carrageenan and gum Arabic with different concentration. The experiment was arranged in factorial randomized block design with carrageenan concentration and gum Arabic concentration as the treatment factors and was done in triplicates. The treatments consisted of carrageenan concentration (2%, 2,5%, and 3%) and gum Arabic concentration (0,2%, 0,4%, and 0,6%). The results showed that carrageenan concentration, gum Arabic concentration, and interaction between the two treatments significantly affected ($p < 5\%$) the thickness, tensile strength, percentage of elongation, water vapor transmission rate, and water activity. The best edible film characteristics were 0,050 mm of thickness, $19,61 \times 10^6$ N/m² of tensile strength, 14.095% of percentage of elongation, 7.368 g/m².24 h of water vapor transmission rate, and 0.3028 of water activity got from interaction between 2% of carrageenan concentration and 0.2% gum Arabic concentration.

Keywords: Carrageenan, edible film, gum arabic

PENDAHULUAN

Edible film adalah lapisan tipis yang melapisi bahan pangan bersifat *biodegradable* dan aman dikonsumsi oleh manusia. *Edible film* banyak digunakan sebagai bahan kemasan pada produk pangan, seperti produk konfeksionari, buah-buahan segar, sosis, dan pangan semi basah. Beberapa keunggulan *edible film* pada penggunaannya sebagai bahan pengemas pangan, yaitu 1) dapat menurunkan a_w permukaan produk sehingga kerusakan oleh mikroorganisme dapat

dihindari, 2) dapat memperbaiki struktur permukaan bahan sehingga permukaan menjadi mengkilat, 3) dapat mengurangi terjadinya dehidrasi sehingga susut bobot dapat dicegah, 4) dapat mengurangi kontak oksigen sehingga proses oksidasi dapat dihindari, 5) sifat asli produk seperti flavor tidak mengalami perubahan, dan 6) dapat memperbaiki penampilan produk (Santoso, 2005). *Edible film* memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan karena pada umumnya terbuat dari bahan biopolimer hasil-hasil pertanian. Menurut Park dkk. (2004) bahan biopolimer tersebut dibagi menjadi tiga,

yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit. Hidrokoloid terdiri atas golongan karbohidrat seperti karagenan, *gum Arabic*, pati tapioka, dan selulosa serta golongan protein seperti protein ikan, protein susu dan lain sebagainya. Lipid terdiri atas lilin lebah dan asam-asam lemak, dan komposit terdiri atas kombinasi dari hidrokoloid dan lipid.

Karagenan diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan menggunakan air panas atau larutan alkali seperti natrium hidroksida (NaOH) pada suhu 95°C. Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas sulfat dengan perulangan unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa. Sifat dasar karagenan terdiri dari tiga tipe karagenan yaitu kappa, iota, dan lambda karagenan. Tipe karagenan yang paling banyak dalam aplikasi pangan adalah kappa karagenan. Gugus hidroksil dan sulfat pada karagenan bersifat hidrofilik sedangkan gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa lebih hidrofobik. Lambda karagenan mudah larut pada semua kondisi karena tanpa unit 3,6-anhidro-D-galaktosa dan mengandung gugus sulfat yang tinggi. Karagenan jenis iota bersifat lebih hidrofilik karena adanya gugus sulfat dapat menetralkan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang kurang hidrofilik. Karagenan jenis kappa kurang hidrofilik karena lebih banyak memiliki gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa (Hambleton dkk., 2009).

Gum Arabic diperoleh dari getah pohon *Acacia senegal* sebagai respon alami terhadap luka pada kulit pohon. *Gum* ini larut dalam air, namun tidak larut dalam alkohol (Kroetha, 1997). *Gum Arabic* termasuk golongan *generally recognized as safe* (GRAS) yang aman, dan tidak berbau atau berasa apabila dikonsumsi manusia. *Gum Arabic* mengandung satu satuan arabinosa dan mengandung ion kalsium, magnesium, dan kalium. Molekul ini membentuk gelungan yang kaku dengan banyak rantai samping dan massa molekul sekitar 300.000 Dalton (Bartkowiak dan Hunkeler, 2001). deMan (1989) menambahkan bahwa *gum arabic* terdiri atas empat jenis gula yaitu L-Rhap (L-ramnosa), L-Arap (L-arabinosa), L-Araf (L-arabifuronosa), D-Galp (D-galaktosa), dan D-GlcpA (D-asam glukoronat).

Pembuatan *edible film* dari kombinasi karagenan dan *gum Arabic* memungkinkan untuk menghasilkan *edible film* yang mempunyai karakteristik yang baik. Menurut Samsuar (2007), pembentukan gel pada karagenan adalah suatu fenomena penggabungan atau pengikatan silang rantai-rantai polimer sehingga terbentuk suatu jala tiga dimensi bersambungan. Jala tiga dimensi yang bersambungan ini merupakan matriks utama *edible film*. Matrik ini bersifat kuat dan kaku, namun tidak rapat dalam arti kata terdapat ruang kosong. *Gum Arabic* bertindak sebagai filler atau bahan pengisi dari ruang kosong tersebut. Carriedo (1994) menjelaskan bahwa *gum Arabic* sebagai bahan pengisi dapat

menghasilkan *edible film* yang memiliki kuat tarik yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik fisik dan kimia *edible film* yang dihasilkan dari kombinasi karagenan dengan *gum Arabic*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *hot plate*, gelas beaker, gelas ukur, neraca analitik, *magnetic stirrer*, cetakan kaca, cawan, oven, LFRA *texture analyzer*, mikrometer skrup, penjepit bahan dan statif, jangka sorong, kertas saring Whatman no. 42, toples, dan desikator. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tepung karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*, sorbitol sebagai bahan *plasticizer*, gula, garam, *gum arabic*, aquades, silika gel, NaOH jenuh, $KC_2H_3O_2$ jenuh, dan $(NH_4)_2SO_4$ jenuh.

Cara Kerja

Proses pembuatan *edible film* adalah sebagai berikut, mengikuti metode Santoso (2011) yang telah dimodifikasi. Tepung karagenan (sesuai perlakuan) dicampur dengan sorbitol 0,01% (b/v), garam 0,02% (b/v), gula 0,08% (b/v) dan *gum Arabic* (sesuai perlakuan), kemudian dilarutkan ke dalam 400 mL aquades. Selanjutnya larutan diaduk dan dipanaskan hingga suhu 85°C selama 2 jam agar reaksi antar komponen pembentuk *film* berlangsung sempurna yang ditandai dengan warna larutan yang berubah menjadi bening. Kemudian dilakukan pengurangan udara dalam larutan (*degassing*) dilakukan selama 20 menit, lalu dituangkan ke dalam cetakan kaca (jumlah larutan disesuaikan dengan ukuran cetakan). Tahap berikutnya cetakan dimasukkan ke dalam oven pengering selama 18 jam pada suhu 50°C. Setelah kering dan terbentuk lembaran, *edible film* tersebut dilepaskan dari cetakan, dan *edible film* yang dihasilkan kemudian dievaluasi ketebalan, kuat tusuk, persen perpanjangan, kuat tarik, laju transmisi uap air, dan aktivitas air (a_w).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan yang terdiri dari perlakuan konsentrasi tepung karagenan dan *gum Arabic* dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Konsentrasi karagenan $A_1=2\%$, $A_2=2,5\%$, dan $A_3=3\%$ (b/v) dan konsentrasi *gum Arabic* $B_1=0,2\%$, $B_2=0,4\%$, dan $B_3=0,6\%$ (b/v).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan

Ketebalan *edible film* kombinasi karagenan dan *gum Arabic* yang dihasilkan berkisar antara 0,050 mm hingga 0,100 mm. Nilai ketebalan terendah diperoleh dari karagenan 2% dengan *gum Arabic* 0,2% (A_1B_1), sedangkan nilai ketebalan tertinggi diperoleh dari karagenan 3% dengan *gum Arabic* 0,6% (A_3B_3). Pada penelitian ini, nilai ketebalan masih tergolong baik dibandingkan dengan nilai ketebalan yang diperoleh pada penelitian Suryaningrum dkk. (2005) yaitu berkisar 0,84 mm hingga 0,92 mm. Hal ini didukung dengan standar ketebalan *edible film* yang ada menurut *Japanese Industrial Standard* (1975) dalam Krochta dkk. (1997) yaitu maksimal 0,25 mm.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi karagenan, konsentrasi *gum Arabic*, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap nilai ketebalan *edible film*. Uji BNJ (Tabel 1) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan yang digunakan maka nilai ketebalan *edible film* semakin tebal. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi karagenan pada matriks *film* maka total padatan semakin tinggi. Total padatan diperoleh dari proses gaya tolakan (*repulsion*) antar muatan-muatan negatif sepanjang rantai polimer yaitu gugus sulfat, mengakibatkan rantai molekul yang kaku. Karena sifat hidrofiliknya, polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air yang terimobilisasi, sehingga menyebabkan larutan karagenan bersifat kental. Menurut Karbowiak dkk. (2006), karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas sulfat dengan perulangan unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogallaktosa.

Gugus hidroksil dan sulfat pada karagenan bersifat hidrofilik sedangkan gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa lebih hidrofobik. Pranata dkk. (2002) menambahkan bahwa ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh jumlah total padatan pada matriks *film*.

Peningkatan konsentrasi *gum Arabic* pada matriks *film* diikuti dengan meningkatnya ketebalan *edible film*. Hal ini disebabkan *gum Arabic* mempunyai kemampuan yang baik untuk mengikat air. Kemampuan pengikatan air dalam suatu bahan dapat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil (-OH) dan massa molekul dari suatu bahan pengisi. Menurut Reineccius dkk. (1995), *gum Arabic* merupakan golongan karbohidrat yang bersifat hidrofilik dan mempunyai banyak gugus hidroksil sehingga mempunyai kemampuan untuk mengikat air. Air yang terikat pada *gum Arabic* selanjutnya akan membentuk gel sehingga air yang terperangkap sulit untuk menguap.

Hasil uji lanjut BNJ seperti pada Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi perlakuan berbeda nyata antara perlakuan satu dengan yang lainnya. Semakin tinggi kombinasi konsentrasi karagenan dan *gum Arabic* ketebalan *edible film* semakin bertambah. Hal disebabkan terjadi sinergis atau ikatan antara karagenan dengan *gum Arabic*. Ikatan terjadi pada gugus OH yang aktif no 2 dan pada karagenan dan begitu juga dengan *gum Arabic*. Ikatan silang rantai-rantai polimer pati terjadi pada gugus-gugus yang banyak mengandung OH reaktif terutama pada gugus OH nomor 2,3 dan 6 (Shi dkk., 2000; Reddy dkk., 2000). *Gum Arabic* mengandung satu satuan arabinosa dan mengandung ion kalsium, magnesium, dan kalium. Molekul ini membentuk gelungan yang kaku dengan banyak rantai samping dan massa molekul sekitar 300.000 Dalton.

Tabel 1. Uji BNJ beberapa karakteristik *edible film* berbahan baku karagenan

Perlakuan	Ketebalan (mm)	Kuat tarik Kg/cm ²	Persen pemanjangan (%)	Laju transmisi uap air (g/m ² .24h)
Karagenan 2%	0.070a	174,92a	20,56a	6,20°
Karagenan 2,5%	0.083b	135,46b	43,16b	5,38b
Karagenan 3%	0.093c	110,31c	87,39c	4,91b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata $\alpha=5\%$

Tabel 2. Uji BNJ beberapa karakteristik *edible film* berbahan baku dari *gum Arabic*

Perlakuan	Ketebalan (mm)	Kuat tarik (Kg/cm ²)	Persen pemanjangan (%)	Laju transmisi uap air (g/m ² .24h)
Gum arabic 0,2%	0.073°	150,65a	42,85a	5,70a
Gum arabic 0,4%	0.084b	140,10b	44,50a	5,38a
Gum arabic 0,6%	0.089c	129,93c	63,77b	5,16b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata $\alpha=5\%$

Tabel 3. Uji lanjut BNJ pengaruh interaksi konsentrasi karagenan dan *gum Arabic* terhadap ketebalan *edible film*

Perlakuan	Rerata ketebalan	BNJ _{0,05} = 0,006
A ₁ B ₁	0,050	a
A ₁ B ₂	0,080	b
A ₁ B ₃	0,080	b
A ₂ B ₁	0,080	b
A ₂ B ₂	0,083	b
A ₂ B ₃	0,087	c
A ₃ B ₁	0,090	c
A ₃ B ₂	0,090	c
A ₃ B ₃	0,100	d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata $\alpha=5\%$

Kuat Tarik (*Tensile Strength*) dan Persen Pemanjangan (*Elongation*)

Kuat tarik menunjukkan gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film*. Parameter ini menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengukuran berlangsung. Kuat tarik *edible film* kombinasi karagenan dan *gum Arabic* yang dihasilkan berkisar antara 99,93 Kgf/cm² hingga 199,99 Kgf/cm². Pada penelitian ini, nilai kuat tarik telah memenuhi standar minimal kuat tarik yang ditetapkan oleh Japanese Industrial Standard (1975) dalam Krochta dkk. (1997) yaitu minimal 40 Kgf/cm².

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi karagenan, konsentrasi *gum Arabic*, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap nilai kuat tarik *edible film*. Hasil uji BNJ (Tabel 1) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan nilai kuat tarik *edible film* semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan sulfat yang terdapat dalam karagenan. Peningkatan konsentrasi karagenan seiring dengan meningkatnya kandungan sulfat. Sulfat yang bersifat hidrofilik mudah menyerap *plasticizer* dan air, sehingga nilai kuat tarik yang dihasilkan akan semakin rendah. Menurut Lai dkk. (1997) penambahan *plasticizer* yang semakin tinggi akan menghasilkan *film* dengan kuat tarik yang lebih rendah.

Pada perlakuan *gum Arabic* menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi *gum Arabic* dalam matriks *edible film* nilai kuat tarik semakin menurun. Hal ini disebabkan pada *gum Arabic* banyak mengandung gugus hidroksil (OH), gugus ini dapat mengikat senyawa yang mengandung gugus sejenis maupun senyawa lain yang mempunyai sifat yang sama, yaitu hidrofilik. Sehingga dengan demikian, semakin banyak *gum Arabic* pada matriks *film* dapat dipastikan semakin banyak gugus OH dan hal ini akan sangat mempengaruhi daya ikat matriks *film* terhadap plastisizer yang digunakan. Semakin banyak gugus OH maka semakin banyak plastisizer yang terikat pada matriks,

sehingga hal ini dapat menyebabkan penurunan kuat tarik *film*. Rodriguez dkk. (2006) menjelaskan bahwa gliserol yang banyak mengandung gugus OH dalam sistem matriks *edible film* dapat meningkatkan laju transmisi uap air, persen pemanjangan *edible film* dan penurunan kuat tarik *edible film*.

Hasil uji lanjut BNJ (Tabel 4) menunjukkan bahwa ada interaksi antara karagenan dan *gum Arabic* pada *edible film*, perlakuan A₁B₁ memberikan hasil kuat tarik *edible film* berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Hal ini diduga karagenan dan *gum Arabic* membentuk ikatan silang atau *cross-linking* antar rantai-rantai polimer sehingga terbentuk suatu jala tiga dimensi bersambungan. Struktur molekul karagenan selain mengandung OH juga mengandung sulfat yang sifatnya sama-sama hidrofilik. Dengan demikian pengikatan plastisizer dapat melalui gugus OH maupun sulfat pada matriks *film*. Hal ini sangat mempengaruhi kuat tarik *film* karena pada proses pengeringan larutan *film* pada oven konsentrasi plastisizer yang menguap berkurang. *Plasticizer* akan mengurangi ikatan hidrogen pada ikatan intermolekuler tersebut sehingga kuat tarik *film* akan semakin rendah (Nurdiana, 2002).

Tabel 4. Uji lanjut BNJ pengaruh interaksi konsentrasi karagenan dan *gum arabic* terhadap kuat tarik *edible film*

Perlakuan	Rerata kuat tarik	BNJ _{0,05} = 1,44
A ₃ B ₃	99,93	a
A ₃ B ₁	111,04	b
A ₃ B ₂	119,95	c
A ₂ B ₂	125,49	d
A ₂ B ₃	139,97	e
A ₂ B ₁	140,92	e
A ₁ B ₃	149,89	f
A ₁ B ₂	174,87	g
A ₁ B ₁	199,99	h

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata $\alpha=5\%$

Persen pemanjangan (*elongation*) adalah persen pertambahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel *film* terputus. Persen pemanjangan *edible film* kombinasi karagenan dan *gum Arabic* yang dihasilkan berkisar antara 14,10% hingga 93,42%. Persen pemanjangan terendah diperoleh dari kombinasi perlakuan karagenan 2% dengan *gum Arabic* 0,2% (A₁B₁), sedangkan persen pemanjangan tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan karagenan 3% dengan *gum Arabic* 0,6% (A₃B₃). Pada penelitian ini, persen pemanjangan masih tergolong cukup baik dibandingkan dengan persen pemanjangan yang diperoleh pada penelitian Suryaningrum dkk. (2005) yaitu berkisar 8,5% mm hingga 15%. Menurut Krochta dan Johnston (1997) persen pemanjangan dikategorikan jelek jika kurang dari 10% dan baik

jika persentase pemanjangannya lebih dari 50%, sedangkan menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Krochta dkk. (1994) standar persentase pemanjangan *edible film* minimal 70%.

Tabel 5. Uji lanjut BNJ pengaruh interaksi konsentrasi karagenan dan *gum Arabic* terhadap persen pemanjangan *edible film*

Perlakuan	Rerata persen pemanjangan	BNJ _{0,05} = 7,388
A ₁ B ₁	14,095	a
A ₁ B ₂	19,775	ab
A ₂ B ₂	23,537	b
A ₁ B ₃	27,824	b
A ₂ B ₁	35,887	c
A ₂ B ₃	70,060	d
A ₃ B ₁	78,553	e
A ₃ B ₂	90,195	f
A ₃ B ₃	93,418	f

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata $\alpha=5\%$

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi karagenan, konsentrasi *gum Arabic*, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap nilai persen pemanjangan *edible film*. Hasil uji BNJ perlakuan tunggal (Tabel 3) maupun perlakuan interaksi (Tabel 5) menunjukkan semua perlakuan pada umumnya berbeda nyata satu sama lain. Peningkatan konsentrasi karagenan, *gum Arabic*, dan interaksinya diikuti dengan semakin meningkatnya persen pemanjangan. Hal ini berbanding terbalik dengan kuat tarik, semakin tinggi persen pemanjangan maka kuat tarik film akan semakin rendah.

Laju Transmisi Uap Air (*Water Vapor Transmission Rate*)

Laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang melalui suatu *film* pengemas per satuan luas dari material yang permukaannya rata dan datar sebagai akibat perbedaan tekanan uap air pada kedua sisi permukaan (Arpah, 1997). Laju transmisi uap air *edible film* kombinasi karagenan dan *gum Arabic* yang dihasilkan berkisar antara 4,211 g/m².24 h hingga 7,368 g/m².24 h. Nilai laju transmisi uap air terendah diperoleh dari kombinasi perlakuan karagenan 3% dengan *gum Arabic* 0,6% (A₃B₃), sedangkan laju transmisi tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan karagenan 2% dengan *gum Arabic* 0,2% (A₁B₁). Pada penelitian ini, nilai laju transmisi terhadap uap air cukup tinggi, tetapi masih di bawah batas standar maksimal laju transmisi uap air yang ditetapkan oleh Japanese Industrial Standart (1975) dalam Krochta dkk. (1997b) yaitu maksimal 10 g/m².24 h. Krochta dkk. (1994) mengemukakan bahwa *film* dari hidrokoloid umumnya mempunyai struktur yang cukup baik, namun kurang baik terhadap penghambatan uap air.

Tabel 6. Uji lanjut BNJ pengaruh interaksi konsentrasi karagenan dan *gum Arabic* terhadap laju transmisi uap air *edible film*

Perlakuan	Rerata laju transmisi uap air	BNJ _{0,05} = 1,169
A ₃ B ₃	4,211	a
A ₃ B ₂	4,562	a
A ₂ B ₁	4,562	a
A ₁ B ₂	5,263	ab
A ₂ B ₃	5,263	ab
A ₁ B ₃	5,965	b
A ₃ B ₁	5,965	b
A ₂ B ₂	6,316	bc
A ₁ B ₁	7,368	c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata $\alpha=5\%$

Hasil Uji BNJ (Tabel 1, 2, dan 6) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan, *gum Arabic*, dan interaksi keduanya yang digunakan maka akan menyebabkan terjadinya penurunan laju transmisi uap air *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karagenan banyak mengandung gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa, gugus ini lebih bersifat hidrofobik, sehingga makin tinggi konsentrasi karagenan maka matriks *film* akan lebih tahan terhadap laju transmisi uap air. Selain itu laju transmisi uap air juga sangat erat hubungannya dengan ketebalan *film*, semakin tebal *film* maka laju transmisi uap air semakin rendah sama seperti halnya dengan pengaruh *gum Arabic* dengan laju transmisi uap air.

KESIMPULAN

Konsentrasi karagenan, konsentrasi *gum Arabic*, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, dan laju transmisi uap air. Karakteristik *edible film* yang dihasilkan ketebalan 0,050-0,100 mm, kuat tarik 99,93-199,99 Kg/cm², persen pemanjangan 14,095-93,418%, dan laju transmisi uap air 4,211-7,368 g/m².24h.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpah (1997). *Edible Packaging*. Program Ilmu Pangan. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bartkowiak, A. dan Hunkeler, D. (2001). Carrageenan-oligochitosan microcapsules: optimization of the formation process. *Colloids Surface B. Biointerfaces* **21**: 285-298.
- Carriedo, M.N. (1994). *Edible Coating and Film Based on Polysaccharides: in Edible Films to Improve Food Quality*. A. Technomic Publishing Company Inc. Lancaster, Pennsylvania.

- deMan, J.M. (1989). *Principles of food chemistry*. Terjemahan: Padmawinata, K. (1997). *Kimia Makanan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hambleton, A., Fabra, M.J., Debeaufort, F., Brun, C.D. dan Voilley, A. (2009). Interface and aroma barrier properties of iota-carrageenan emulsion-based films used for encapsulation of active food compounds. *Journal of Food Engineering* **93**: 80-88.
- Karbowiak, T., Hervet, H., Leger, L., Champion, D., Debeaufort, F. dan Voilley, A. (2006). Effect of plasticizers (water and glycerol) on the diffusion of a small molecule in iota carrageenan biopolymer films for edible coating application. *Biomacromolecules* **7**: 2011-2019.
- Krochta, J.M. dan De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: Challenger and opportunities. *Food Technology* **51**(2): 61-74.
- Krochta, J.M., Baldwin dan Carriedo, N. (1994). *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Co. Inc., Pennsylvania.
- Lai, H.M., Padua, G.W. dan Wei, L.S. (1997). Properties and microstructure of zein sheets plasticized with palmitic and stearic acids. *Cereal Chemistry* **74**(1): 83-90.
- Nurdiana, D. (2002). *Karakteristik Fisik Edible Film dari Khitosan dengan Sorbitol sebagai Plastisizer*. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Park, D.P., Sung, J.H., Choi, H.J. dan Jhon, M.S. (2004). Electroresponsive characteristics of highly substituted phosphate starch. *Journal of Material Science* **39**: 6083-6086.
- Pranata, F.S., Djagal, W.M. dan Haryadi. (2002). Karakteristik sifat-sifat fisik dan mekanik edible film pati batang aren. *Biota* **3**: 121-130.
- Reddy, I. dan Seib, P.A. (2000). Modified waxy wheat starch compared to modified waxy corn starch. *Journal of Cereal Science* **31**: 25-39.
- Reineccius, G.A., Ward, F.M., Colleen, W. dan Steve (1995). *Developments in Gum Accacians for The Encapsulating of Flavors*. University of Minnesota, St. Paul.
- Rodriguez, M., Oses, J., Ziani, K. dan Mate, J.I. (2006). Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. *Food Research International* **39**: 840-846.
- Samsuar (2007). *Karakteristik Karagenan Rumpun Laut Eucheuma cottonii pada berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi*. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B. dan Pambayun, R. (2011). Pengembangan edible film dengan menggunakan pati ganyong termodifikasi ikatan silang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* **22**(2): 105-109.
- Santoso, B., Saputra, D. dan Pambayun, R. (2005). Aplikasi edible coating komposit pada penyimpanan lempok durian. *Jurnal Agria* **1**(2): 95-98.
- Shi, X. dan Be Miller, J.N. (2000). Effect of sulfate and citrate salts on derivatization of amylase and amylopectin during hydroxypropylation of corn starch. *Carbohydrate Polymer* **43**: 333-336.
- Suryaningrum, D., Jamal, B. dan Nurochmawati. (2005). Studi pembuatan edible film dari karagenan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* **11**: 65-76.